

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	2	261-274	1999	Freiburg im Breisgau 23. September 1999
--	---------	---	---------	------	--

Zum Keimverhalten ausgewählter Arten mitteleuropäischer Zwergbinsengesellschaften

von

WERNER PIETSCH, Cottbus*

Zusammenfassung: Am Beispiel 20 verschiedener *Cyperetalia fuscus*-Arten der mitteleuropäischen Zwergbinsenvegetation wird das Keimverhalten in Abhängigkeit von den Temperaturverhältnissen und der Beschaffenheit der Keimsubstrate untersucht. Es gibt Arten, die bei optimalen Keimungsbedingungen bereits innerhalb weniger Tage sehr hohe Keimungsraten aufweisen, aber auch solche Arten, die eine längere Keimung von 14 bis 21 Tagen benötigen.

Bei der Mehrzahl der untersuchten Arten wurden mit der Anwendung von Wechseltemperaturen, 6 Stunden bei 35-40° C und 18 Stunden bei 18-20° C, die besten Keimungsraten erzielt. Bei konstanten Temperaturverhältnissen, wie zum Beispiel bei Raumtemperatur, konnte nur ein geringfügiges Auskeimen festgestellt werden: Eine Ausnahme zeigten *Juncus bufonius* und die beiden *Gnaphalium*-Arten *G. uliginosum* und *G. luteo-album*. Unabhängig von den Temperaturverhältnissen wurde innerhalb kurzer Zeit von 5 bis 8 Tagen ein Auskeimen von 92 bis 98 % erreicht.

Zur Untersuchung der Abhängigkeit der Keimung von der Beschaffenheit der Keimsubstrate wurden folgende Substrate untersucht: feuchter Sand, feuchte Gartenerde, einlagig angefeuchtetes Filterpapier, dreilagig angefeuchtetes Filterpapier, Aqua dest. 2 cm und Leitungswasser 2 cm.

Während einige Arten auf feuchtem Grund bzw. Gartenerde kurzfristig hohe Keimungsraten erreichen, benötigen andere Arten das Vorhandensein einer Überschiebung mit Leitungswasser bzw. eine längerfristige Durchfeuchtung der Substrate, wie z.B. Filterpapier, für eine optimale Keimung. In Abhängigkeit der Keimung von verschiedenen Keimsubstraten bei Behandlung mit Wechseltemperaturen lassen sich folgende Artengruppen unterscheiden: *Juncus bufonius*-, *Limosella aquatica*-, *Peplis portula*-, *Cyperus fuscus*-, *Elatine triandra*-, *Radiola linoides*- und *Illecebrum verticillatum*-Gruppe. Diese Artengruppen entsprechen im Wesentlichen den floristisch-soziologischen Gruppen, die als Grundlage für die Gliederung der mitteleuropäischen Zwergbinsengesellschaften erarbeitet wurden.

Summary: Using 20 different *Cyperetalia fuscus* species of the Central European dwarf rush vegetation as an example, the behavior of germs is studied in dependence on the temperature conditions and the quality of the substrate. Some species reve-

* Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. WERNER PIETSCH, Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Professur Spezielle Rekultivierung, Postfach 101344, D-03013 Cottbus

al very high germination rates within a few days only, while other species require a longer germination period of 14 to 21 days. The majority of species included in the study attained their best germination rates with the application of alternating temperature, i.e. 6 hours at 35 to 40° C and 18 hours at 18 to 20° C. At constant temperature conditions, e.g. room temperature, the germination was found to be low with the exception of the species *Juncus bufonius* and the two *Gnaphalium* species *G. uliginosum* and *G. luteo-album*: independent on the temperature conditions, a 92 to 98 % germination was obtained within a short period of 5 to 8 days. The following substrates were used to study the correlation between germination and the quality of the substrates: wet sand, wet garden soil, single-layered wetted filter paper, three layers of wetted filter paper, distilled water 2 cm and tap water 2 cm.

On wet ground or garden soil some species achieve high germination rates within short periods only, while other species require a coverage with tap water or a longer-term moistening of the substrates (e.g. filter paper) for their optimum germination. Depending on the germination of various substrates and the treatment with alternating temperatures, the following groups of species can be differentiated: *Juncus bufonius*, *Limosella aquatica*, *Peplis portula*, *Cyperus fuscus*, *Elatine triandra*, *Radiola linoides*, and *Illecebrum verticillatum*.

Basically, these groups of species are in accordance with the floristic-sociological groups which were determined as a basic for the classification of Central European dwarf rush associations.

1. Einleitung

Zur Erfassung der floristisch-soziologischen Struktur der Zwergbinsengesellschaften in Mitteleuropa wurden in den Jahren 1960 bis 1981 umfangreiche Untersuchungen in den Teichgebieten der Ober- und Niederlausitz in Sachsen und Brandenburg, dem Moritzburger Teichgebiet, den Teichgebieten im Erzgebirgsvorland zwischen Freiburg und Olbernau in Sachsen sowie in dem Teichgebiet der Schleizer Seenplatte, insbesondere dem Plothener Teichgebiet im südöstlichen Thüringen, durchgeführt (PIETSCH 1963, 1968, 1973a, 1996; PIETSCH & MÜLLER-STOLL 1968).

Hinzu kamen später die Teichgebiete und Reisfelder in der Großen Ungarischen Tiefebene (PIETSCH 1973b) sowie im Wittingauer Teichgebiet in der Umgebung von Trebn.

Erste Untersuchungen über das Keimverhalten der therophytischen Cyperetalia fuscus-Arten wurden in den Jahren 1964-1968 am Botanischen Institut der Universität Leipzig durchgeführt.

Die Tatsache, daß innerhalb weniger Tage nach dem Ablassen der Teiche bereits große Flächen des z.T. noch zähflüssigen Bodens teppichartig von niedrigwüchsigen therophytischen Arten unserer Gesellschaften bedeckt sein können und ausgedehnte grüne Wiesen bilden, veranlaßte uns Keimversuche im Laboratorium durchzuführen.

Es kam uns zunächst darauf an, etwas darüber zu erfahren, unter welchen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen ein optimales Keimen vonstatten geht, um evtl. eine Erklärung für das plötzliche massenhafte Keimen innerhalb kurzer Zeit zu finden.

Weiterhin gilt es zu untersuchen, ob das ausgereifte Saatgut sofort keimt oder ob es eine Periode der Nachreife benötigt; ob eine Keimbereitschaft nur zu bestimmten Jahreszeiten vorliegt oder ob das Saatgut das ganze Jahr über keimfähig ist.

Im vorliegenden Beitrag wird die Abhängigkeit der Keimung von unterschiedlichen Temperaturverhältnissen und von verschiedenen Keimsubstraten besprochen.

2. Untersuchungsgebiete

Die deutschen Untersuchungsgebiete umfassen zunächst die ausgedehnten Teichgebiete der Ober- und Niederlausitz in Sachsen und Brandenburg. Hierzu gehören im wesentlichen folgende vier Gebiete: Peitzer Teichgebiet, Teichgebiete der Ruhland-Königsbrücker Heide, Teichgebiete der Oberlausitzer Heide, Teichgebiete des Niederlausitzer Becken- und Hügellandes.

3. Material und Methoden

3.1 Herkunft des Untersuchungsmaterials

Die Keimversuche wurden in den Jahren 1982-1984 an Saatgut von *Carex bohemica*, *Cicendia filiformis*, *Coleanthus subtilis*, *Cyperus fuscus*, *Elatine alsinastrum*, *Elatine triandra*, *E. hexandra*, *E. hydropper*, *Eleocharis ovata*, *Gnaphalium uliginosum*, *G. luteo-album*, *Hypericum humifusum*, *Illecebrum verticillatum*, *Juncus bufonius*, *Juncus capitatus*, *Juncus tenageia*, *Limosella aquatica*, *Lindernia procumbens*, *Peplis portula* und *Radiola linoides* durchgeführt. Die verwendeten Samen bzw. Früchte wurden, mit Ausnahme von *Cicendia filiformis* und *Coleanthus subtilis*, am 26.11.1962 am mittleren Schafgarten-Teich bei Jannowitz, Kr. Senftenberg gesammelt. Das *Coleanthus*-Saatgut stammt vom Großhartmannsdorfer Großteich im Erzgebirgs-vorland vom 10.9.1982.

3.2 Versuchsreihen zum Keimverhalten

Das Keimverhalten wurde zunächst in Abhängigkeit von der Temperatur, vom Licht und verschiedenen Substrattypen untersucht. Später wurde die Feuchtigkeit als wichtiger Standortfaktor in das Untersuchungsprogramm mit einbezogen.

Folgende Varianten der Keimversuche wurden durchgeführt:

Untersuchung unterschiedlicher Temperaturen

- Temperaturvarianten -,

Untersuchung unterschiedlicher Keimsubstrate

- Substratvarianten -,

kombinierte Untersuchung des Keimverhaltens unterschiedlicher Substratbeschaffenheit bei Raum- und Schocktemperatur

- Kombinationsvarianten -.

3.3 Durchführung der Keimversuche

1. Versuchsreihe: Verhalten gegenüber unterschiedlichen Temperaturen

- Temperaturvarianten -

Von jeder Probe wurden 4 Parallelen mit je 100 Samen bzw. Früchten in einem Quadrat von 10 x 10 auf feuchtem Filterpapier in Petrischalen ausgelegt. Die Schalen wurden folgenden Temperaturen im Lichtthermostaten ausgesetzt: konstante Temperaturen: 5 °C, 25° C, 35° C und 40° C; wechselhafte Temperaturen 15-21° C bei Raumtemperatur im Laboratorium; außerdem wurde eine Reihe 6 Std. bei 35-40° C und anschließend 18 Std. bei 18-20° C im Thermostaten behandelt (Schockwirkung). Weiterhin wurde eine Serie ohne Beleuchtung bei 20-22° C aufbewahrt. Täglich erfolgte eine Kontrolle der einzelnen Keimschalen und Erfassung der aufgekeimten Samen, wobei darauf geachtet wurde, daß das Fließpapier stets angefeuchtet war.

2. Versuchsreihe: Verhalten gegenüber unterschiedlichen Keimsubstraten - Substratvarianten -

Es wurden ebenfalls 100 Samen bzw. Früchte in schon erwähnter Weise ausgelegt und entweder im Laboratorium bei Raumtemperatur belassen oder aber der Schockwirkung im Thermostaten ausgesetzt. Die Proben erhielten eine Belichtung von 16 Stunden.

Folgende Substrate wurden verwendet:

- Mitscherlich-Sand 0,5 cm hoch in Petrischalen eingefüllt,
- angedämpfte Gartenerde mit geringen organischen Resten,
- chemisch reines Filterpapier, einlagig,
- chemisch reines Filterpapier, dreilagig,
- 2 cm hohe Schicht von Aqua dest.,
- 2 cm hohe Schicht Leitungswasser.

4. Ergebnisse zum Keimverhalten

4.1 Temperaturvarianten

Die Versuche mit unterschiedlichen Keimtemperaturen auf feuchtem Filterpapier zeigen für *Limosella aquatica*, *Coleanthus subtilis*, *Carex bohemica* und *Eleocharis ovata* bei konstanten Temperaturverhältnissen keine oder eine nur sehr geringe Keimung. Eine wesentliche Erhöhung der Keimfähigkeit läßt sich bei Behandlung mit Wechseltemperaturen erreichen, jedoch findet in keinem Falle ein massenhaftes Keimen statt. Die höchste Keimfähigkeit liegt mit Ausnahme von *Carex bohemica* bei ca. 25%. *Carex bohemica* zeigte bei konstanten Temperaturen überhaupt keine Keimung; bei Raumtemperatur beträgt sie nach 40 Tagen 2,7%. Am 10. Tag erfolgte die erste Keimung. Durch Schockwirkung konnten im gleichen Zeitraum 43% erreicht werden; die erste Keimung erfolgte bereits nach 5 Tagen.

Bei *Limosella aquatica* sind bei Raumtemperatur ca. 18%, bei den der Schockwirkung ausgesetzten Proben 21%, nach 3 Wochen 20 bzw. 25% gekeimt. Die höchste Keimfähigkeit lag nach 40 Tagen bei 22 bzw. 25%. Die konstanten Temperaturen ausgesetzten Proben ließen nach 40 Tagen nur sehr geringe Keimprozentage beobachten. Ähnlich verhält sich auch *Coleanthus subtilis*.

Eleocharis ovata keimt bereits während der ersten beiden Tage, wenn die Proben hohen Wechseltemperaturen oder 40° C ausgesetzt werden; jedoch liegen die Gesamtkeimprozentage nach 40 Tagen mit 24 bzw. 21,5% relativ niedrig. Im Vergleich

zu *Limosella* und *Coleanthus* ist die Keimung nicht bereits nach 10 bzw. 21 Tagen abgeschlossen, sondern erstreckt sich über den gesamten Beobachtungszeitraum.

Gegenüber den bisher besprochenen Arten verhalten sich *Juncus bufonius*, *Peplis portula*, *Elatine alsinastrum*, *Gnaphalium luteo-album* und *G. uliginosum* völlig anders. Nach 10 Tagen wird unter Anwendung von Wechseltemperaturen bereits eine Keimfähigkeit von 90-98 % erreicht, bei *Gnaphalium uliginosum* betrug diese sogar 100 %. Die erste Keimung erfolgt bereits während des 2. Tages, in einigen Fällen sogar am 1. Tag. Auch bei konstanten Temperaturverhältnissen läßt sich eine Keimfähigkeit bis zu 64 % beobachten; jedoch werden die Höchstwerte nicht mehr wie bei den der Schockwirkung ausgesetzten Proben bereits nach 10 Tagen (innerhalb der ersten Tage) erreicht. Die Keimung erstreckt sich vielmehr über den gesamten Beobachtungszeitraum, wobei allerdings das Optimum des Auflaufens während der ersten 2-3 Wochen erfolgt. Zeigt *Gnaphalium luteo-album* bei 40° C noch eine Keimfähigkeit von 5,5 %, so unterbleibt bei *G. uliginosum* in diesem Temperaturbereich jegliche Keimung.

Peplis portula und *Elatine alsinastrum* zeigen bei 40° C eine höhere Keimfähigkeit als bei den anderen konstanten Temperaturverhältnissen. Nach 10 Tagen Rt.-Behandlung wird bereits ein Auskeimen von 40 % erreicht, das sich aber dann während der weiteren Versuchsdauer kaum noch verändert.

Cyperus fuscus weist in allen Temperaturbereichen über 15° C eine Keimung auf, wobei das Optimum durch Schockwirkung erreicht wird; nach 10 Tagen liegen hier 60 %, nach 40 Tagen 87 % Keimfähigkeit vor. Die Keimungsrate ist bei der Behandlung mit 40° C sogar etwas höher als bei Rt.-Behandlung. Ein massenhaftes Keimen in kurzem Zeitraum war auch bei wechselhafter Temperatureinwirkung nicht zu erzielen.

Zusammenfassend läßt sich folgendes feststellen:

- Die Mehrzahl der untersuchten Arten weisen bei konstanter Temperatur einschließlich Raumtemperatur keine oder eine nur sehr geringe Keimung auf.
- Eine wesentliche Erhöhung der Keimungsrate erfolgt bei Wechseltemperaturen (Schocktemperatur).
- *Juncus bufonius*, *Gnaphalium uliginosum*, *Gnaphalium luteo-album* weisen bei Schocktemperatur nach 10 Tagen eine Keimfähigkeit von 90-98 % auf (Tab. 1).
- *Limosella aquatica*, *Coleanthus subtilis* und *Carex bohémica* zeigen bei konstanten Temperaturen eine geringe Keimung 18-24 % und bei Schocktemperaturen höchstens 24 % nach 40 Tagen (Tab. 2).
- *Cyperus fuscus* weist in allen Temperaturbereichen über 15° C eine Keimung auf. Das Optimum liegt nach 10 Tagen bei 60 % und nach 40 Tagen bei 87 %. Ein massenhaftes Keimen in kurzem Zeitraum war auch bei Schocktemperatur auf feuchtem Filterpapier nicht zu erzielen (Tab. 3).
- In keinem Fall findet ein massenhaftes Auskeimen statt, wie wir es von den Teichböden her kennen.

4.2 Substratvarianten, Kombinationsvarianten

Alle bisher besprochenen Versuche erfolgten auf Fließpapier, das täglich feucht gehalten wurde. Da bei *Eleocharis ovata*, *Carex bohémica*, *Limosella aquatica* und *Coleanthus subtilis* keinerlei massenhaftes Keimen festzustellen war, wie wir es von den Teichböden her kennen, müßte die Ursache in dem bisher angebotenen Keim-

substrat zu suchen sein. Aus diesem Grund wurde die Wirkung verschiedener Substrate auf die Keimfähigkeit untersucht.

Da sich Wechseltemperaturen gegenüber konstanten Temperaturverhältnissen bei der Erzielung der Keimprozentage als vorteilhaft erwiesen hatten, wurden jetzt die Untersuchungen mit verschiedenen Substraten und Wechseltemperaturen (Rt.- und Schockwirkung) durchgeführt.

Juncus bufonius, *Gnaphalium uliginosum* und *G. luteo-album* waren in ihrem Keimverhalten von der Art der Keimsubstrate und dessen Feuchtigkeitsgehalt relativ unabhängig (Tab. 1). So ließen sich auf angefeuchtetem Fließpapier wie auf angefeuchtetem Sand innerhalb weniger Tage sehr hohe Keimprozentage erzielen. In den meisten Fällen wurde bereits nach 10 Tagen die höchste Keimfähigkeit erreicht, die vielfach 100 % betrug. Innerhalb kurzer Zeit konnte auf allen verwendeten Substraten, bis auf die mit einer Wasserschicht versehenen Probe, sowohl bei Rt.-Verhältnissen als auch bei Schockwirkung eine sehr gute Keimung erreicht werden. Eine vorangegangene Kältebehandlung hatte auf die Keimungsgeschwindigkeit sowie auf die Gesamtkeimungsrate nur geringen Einfluß. Die Keimprozentage des eingefrostenen Materials lagen bei *Gnaphalium luteo-album* etwas höher als bei Frostung.

Den Hauptanteil bei der Normalbehandlung an der Gesamtkeimung (ca. 90 %) wiesen bereits nach 5 Tagen die feuchten Sand-, Gartenerde- und Filterpapierproben auf. Bei der Wasserbehandlung erreichten sie im gleichen Zeitraum nur eine Keimfähigkeit von ca. 50 %, die bis zum 10. Tag dennoch Werte um 90 % aufwies. Bei *Juncus bufonius* zeigten die Wasserproben die höchsten Keimzahlen (96-98 %) gegenüber feuchtem Sand und Gartenerde.

Gegenüber den eben besprochenen Arten stellten *Eleocharis ovata*, *Limosella aquatica* und *Coleanthus subtilis* spezifische Ansprüche an ein ganz bestimmtes Keimsubstrat und auch an ganz spezifische Temperaturverhältnisse. Ein massenhaftes Auskeimen war nur bei einem sehr hohen Feuchtigkeitsgehalt des Keimsubstrates zu beobachten (Tab. 2).

In Abhängigkeit von verschiedenen Keimsubstraten bei Wechseltemperaturen lassen sich danach folgende Gruppen unterscheiden:

Juncus bufonius-Gruppe (Tab. 1):

Es ist ein sehr hohes Keimverhalten unabhängig von der Art des Keimsubstrates und dessen Feuchtigkeitsgehalten zu beobachten. Bereits nach 10 Tagen ist die höchste Keimfähigkeit (oft 100 %) festzustellen. Weitere Arten: *Gnaphalium uliginosum*, *Gnaphalium luteo-album*.

Tab. 1: Keimverhalten (Keimung in %) der Arten der *Juncus bufonius*-Gruppe bei Raum- und Schocktemperatur und Frostbehandlung auf unterschiedlichen Substraten.

Juncus bufonius

Substratbeschaffenheit	Temperatur				Frostbehandlung	
	Keimung in % nach Tagen				Keimung in % nach Tagen	
	5		10		5	10
	normal	Schock	normal	Schock		
feuchter Sand	84	82	86	84	80	82
Gartenerde	66	64	75	80	72	81
1x Filterpapier	90	82	96	95	84	86
3x Filterpapier	85	84	94	92	87	91
Aqua dest. 2cm	84	82	96	90	92	98
Leitungswasser 2cm	88	78	98	95	96	98

Gnaphalium uliginosum

Substratbeschaffenheit	Temperatur				Frostbehandlung	
	Keimung in % nach Tagen				Keimung in % nach Tagen	
	5		10		5	10
	normal	Schock	normal	Schock		
feuchter Sand	88	86	98	98	82	96
Gartenerde	75	80	82	92	71	90
1x Filterpapier	92	90	98	94	78	97
3x Filterpapier	84	86	96	96	80	94
Aqua dest. 2cm	46	62	88	90	91	93
Leitungswasser 2cm	58	58	92	94	94	96

Gnaphalium luteo-album

Substratbeschaffenheit	Temperatur				Frostbehandlung	
	Keimung in % nach Tagen				Keimung in % nach Tagen	
	5		10		5	10
	normal	Schock	normal	Schock		
feuchter Sand	90	92	98	96	86	98
Gartenerde	78	60	97	94	64	96
1x Filterpapier	91	86	98	98	90	96
3x Filterpapier	84	84	92	94	88	92
Aqua dest. 2cm	52	61	70	62	60	70
Leitungswasser 2cm	58	64	78	81	64	78

Limosella aquatica-Gruppe (Tab. 2):

Die höchsten Keimzahlen lassen sich bei den Wasserproben und feuchten bzw. nassen Sand- und Gartenerdeproben bei Schockwirkung erreichen. Nach 5-10 Tagen wird bereits eine Keimung von 90-98 % erreicht. Innerhalb von 5 Tagen erfolgt ein massenhaftes Auskeimen in den Wasserproben bei Schockwirkung unter Normalbehandlung oder bei vorangegangener Kältebehandlung auch auf feuchtem Sand und Gartenerde. Weitere Arten: *Coleanthus subtilis* (*Eleocharis ovata*).

Tab. 2: Keimverhalten (Keimung in %) der Arten der *Limosella aquatica*-Gruppe bei Raum- und Schocktemperatur und Frostbehandlung auf unterschiedlichen Substraten.

Limosella aquatica

Substratbeschaffenheit	Temperatur				Frostbehandlung	
	Keimung in % nach Tagen				Keimung in % nach Tagen	
	5		21		5	21
	normal	Schock	normal	Schock		
feuchter Sand	12	46	34	67	62	82
Gartenerde	4	68	24	74	82	86
1x Filterpapier	2	6	19	21	32	54
3x Filterpapier	3	4	23	18	19	41
Aqua dest. 2cm	8	42	10	67	52	78
Leitungswasser 2cm	30	90	62	98	94	96

Coleanthus subtilis

Substratbeschaffenheit	Temperatur				Frostbehandlung	
	Keimung in % nach Tagen				Keimung in % nach Tagen	
	5		10		5	10
	normal	Schock	normal	Schock		
feuchter Sand	10	56	48	68	88	92
Gartenerde	8	52	38	64	87	90
1x Filterpapier	6	5	28	18	30	58
3x Filterpapier	7	8	30	14	32	54
Aqua dest. 2cm	8	68	34	77	74	88
Leitungswasser 2cm	14	92	59	98	96	98

Eleocharis ovata

Substratbeschaffenheit	Temperatur				Frostbehandlung	
	Keimung in % nach Tagen				Keimung in % nach Tagen	
	10		21		10	21
	normal	Schock	normal	Schock		
feuchter Sand	2	14	3	34	2	9
Gartenerde	5	18	6	22	3	15
1x Filterpapier	4	12	8	16	7	10
3x Filterpapier	6	10	8	12	5	6
Aqua dest. 2cm	10	44	45	63	5	48
Leitungswasser 2cm	41	62	72	94	38	64

Peplis portula-Gruppe (Tab. 3):

Relativ unabhängig gegenüber der Art des Substrates und auch dem Feuchtigkeitsgehalt, aber wesentlich von Schocktemperaturen begünstigt. Die höchsten Keimprozente werden auf feuchtem Sand und in der Leitungswasserprobe sowie auf feuchtem Fließpapier erzielt (nach 10 Tagen 98 %). Weitere Arten: *Elatine alsinastrum*, *Juncus tenageia*.

Tab. 3: Keimverhalten (Keimung in %) der Arten der *Peplis portula*-Gruppe bei Raum- und Schocktemperatur auf unterschiedlichen Substraten.

Peplis portula

Substratbeschaffenheit	Temperatur			
	Keimung in % nach Tagen			
	10		21	
	normal	Schock	normal	Schock
feuchter Sand	35	85	42	96
Gartenerde	15	72	28	88
1x Filterpapier	39	96	61	98
3x Filterpapier	32	78	38	87
Aqua dest. 2cm	20	60	24	72
Leitungswasser 2cm	28	92	32	98

Elatine alsinastrum

Substratbeschaffenheit	Temperatur			
	Keimung in % nach Tagen			
	10		21	
	normal	Schock	normal	Schock
feuchter Sand	17	97	57	98
Gartenerde	15	64	46	68
1x Filterpapier	21	86	50	92
3x Filterpapier	18	84	52	84
Aqua dest. 2cm	14	68	24	70
Leitungswasser 2cm	25	95	62	98

Juncus tenageia

Substratbeschaffenheit	Temperatur			
	Keimung in % nach Tagen			
	10		21	
	normal	Schock	normal	Schock
feuchter Sand	36	71	85	98
Gartenerde	48	83	90	98
1x Filterpapier	52	85	94	96
3x Filterpapier	35	66	73	88
Aqua dest. 2cm	6	15	18	44
Leitungswasser 2cm	8	18	16	56

Elatine triandra-Gruppe (Tab. 4):

Die Keimung beginnt bereits bei geringer Wasserbedeckung und täglichen Wechseltemperaturen, insbesondere auf feuchtem Sand; nach 5 Tagen werden bereits Keimzahlen von >90 % erreicht. Die Arten bilden deshalb auch charakteristische Initialstadien auf den Teichböden. Weitere Arten: *Elatine hydropiper*, *E. hexandra*.

Tab. 4: Keimverhalten (Keimung in %) der Arten der *Elatine triandra*-Gruppe bei Raum- und Schocktemperatur auf unterschiedlichen Substraten.

Elatine triandra

Substratbeschaffenheit	Temperatur			
	Keimung in % nach Tagen			
	10		21	
	normal	Schock	normal	Schock
feuchter Sand	11	92	24	98
Gartenerde	2	44	6	46
1x Filterpapier	14	46	18	52
3x Filterpapier				
Aqua dest. 2cm	18	82	25	90
Leitungswasser 2cm	28	94	36	98

Elatine hydropiper

Substratbeschaffenheit	Temperatur			
	Keimung in % nach Tagen			
	10		21	
	normal	Schock	normal	Schock
feuchter Sand	8	94	36	98
Gartenerde	6	58	10	74
1x Filterpapier	18	62	32	78
3x Filterpapier	16		35	
Aqua dest. 2cm	24	86	38	94
Leitungswasser 2cm	31	96	54	99

Cyperus fuscus-Gruppe (Tab. 5):

Bei konstanten Temperaturverhältnissen und Raumtemperatur erfolgt keine oder nur eine geringe Keimung; bei Schocktemperaturen wird eine sehr hohe Keimfähigkeit erreicht. Als optimales Substrat erweisen sich feuchter Sand und die Wasserproben (*Carex bohémica*) bzw. feuchter Sand und Gartenerde (*Cyperus fuscus*, *Dichostylis micheliana*). Die höchste Keimfähigkeit wird meist erst nach 21 Tagen erreicht. Weitere Arten: *Carex bohémica*, *Dichostylis micheliana*.

Tab. 5: Keimverhalten (Keimung in %) der Arten der *Cyperus fuscus*-Gruppe bei Raum- und Schocktemperatur und Frostbehandlung auf unterschiedlichen Substraten.

Substratbeschaffenheit	Temperatur				Frostbehandlung			
	Keimung in % nach Tagen				Keimung in % nach Tagen			
	10		21		10		21	
	normal	Schock	normal	Schock	normal	Schock	normal	Schock
feuchter Sand	1	77	5	87	34	64	75	92
Gartenerde	3	72	4	89	36	65	76	94
1x Filterpapier	2	59	6	79	29	58	62	90
3x Filterpapier	3	56	7	72	24	55	58	88
Aqua dest. 2cm	1	46	4	49	22	55	52	64
Leitungswasser 2cm	1	62	6	68	34	58	52	81

Substratbeschaffenheit	Temperatur				Frostbehandlung			
	Keimung in % nach Tagen				Keimung in % nach Tagen			
	10		21		10		21	
	normal	Schock	normal	Schock	normal	Schock	normal	Schock
feuchter Sand	0	32	2	71	1	48	2	82
Gartenerde	0	48	0	57	4	87	7	87
1x Filterpapier	1	21	15	39	6	62	18	89
3x Filterpapier	1	14	1	35	7	36	18	98
Aqua dest. 2cm	0	34	1	56	1	54	4	58
Leitungswasser 2cm	0	86	4	94	2	88	20	97

Radiola linoides-Gruppe (Tab. 6):

Es sind schnell keimende Arten auf feuchten, sandigen, nährstoffarmen, schwach sauren Böden mit einer geringen Verdichtung: Innerhalb von 5 bis 8 Tagen wird eine Keimfähigkeit von bis zu 98 % erreicht, durch Schocktemperatur begünstigt. Die Arten benötigen einen hohen Feuchtigkeitsgehalt der bodennahen Luftschicht und vertragen kurzfristige Überflutung. Weitere Arten: *Isolepis setacea*, *I. savii*.

Tab. 6: Keimverhalten (Keimung in %) der Arten der *Radiola linoides*-Gruppe bei Raum- und Schocktemperatur auf unterschiedlichen Substraten.

Substratbeschaffenheit	Temperatur			
	Keimung in % nach Tagen			
	10		21	
	normal	Schock	normal	Schock
feuchter Sand	16	84	42	98
Gartenerde	18	76	54	92
1x Filterpapier	24	92	69	96
3x Filterpapier	19	64	31	89
Aqua dest. 2cm	12	52	27	68
Leitungswasser 2cm	10	36	18	48

Isolepis setacea

Substratbeschaffenheit	Temperatur			
	Keimung in % nach Tagen			
	10		21	
	normal	Schock	normal	Schock
feuchter Sand	36	82	74	98
Gartenerde	32	74	82	96
1x Filterpapier	38	91	72	98
3x Filterpapier	32	63	66	74
Aqua dest. 2cm	16	36	31	52
Leitungswasser 2cm	18	48	38	54

Illecebrum verticillatum-Gruppe (Tab. 7):

Besiedelt werden nährstoff- und humusarme sandige Substrate, fein- bis mittel-sandig fraktioniert, wie z.B. oberflächlich abgetrocknete Randbereiche von Teichen und Sandgruben, die hohen Tagestemperaturen von 35 bis 45° C ausgesetzt sind. Bei kurzfristiger Durchfeuchtung und optimalen Temperaturverhältnissen, einschließlich Schocktemperaturen, läßt sich bereits innerhalb von 4 bis 8 Tagen eine bis zu 100 prozentige Keimfähigkeit erreichen.

Tab. 7: Keimverhalten (Keimung in %) der Arten der *Illecebrum verticillatum*-Gruppe bei Raum- und Schocktemperatur auf unterschiedlichen Substraten.

Illecebrum verticillatum

Substratbeschaffenheit	Temperatur			
	Keimung in % nach Tagen			
	10		21	
	normal	Schock	normal	Schock
feuchter Sand	12	96	24	98
Gartenerde	12	92	25	96
1x Filterpapier	10	88	22	98
3x Filterpapier	10	75	18	92
Aqua dest. 2cm	6	28	12	38
Leitungswasser 2cm	8	34	10	46

5. Diskussion und Schlußfolgerungen

Die auf der Grundlage eines umfangreichen floristisch-soziologischen Aufnahmемaterials von Zwergbinsengesellschaften Mitteleuropas durch PIETSCH (1973 a,b) erarbeitete Gliederung der *Cyperetalia fusci*-Gesellschaften in Verbände und Assoziationen sowie Initialstadien, Vegetationsmosaik und Gesellschaftsfragmente läßt sich am Beispiel des Keimverhaltens zahlreicher Kennarten erklären und bestätigen.

Es konnte gezeigt werden, daß das unterschiedliche Keimverhalten ausgewählter Arten die Grundlage der jeweiligen Vegetationsstruktur (Initialstadium, Vegetationsmosaika, Gesellschaftsfragmente) und der floristisch-soziologischen Gliederung der mitteleuropäischen Zwergbinsengesellschaften der Ordnung *Cyperetalia fusci* bildet.

Sehr hohe Tagestemperaturen auf der Teichbodenoberfläche (40-45° C) und starke nächtliche Abkühlung auf Temperaturen von 10-15° C führen zu einer raschen Keimung der Teichbodenarten. Innerhalb weniger Tage (4-8 Tage) kommt es zur Ausbildung ausgedehnter grüner Matten (Wiesen) auf den bisher vegetationsfreien vom Wasser trockenengefallenen Teichböden.

Die Initialstadien werden von Arten gebildet, die in der Lage sind, kurzfristig zu keimen und individuenreiche Bestände, oft auch artenarme Dominanzbestände zu entfalten. Auf den nassen, abgelassenen Teichböden sind es die Arten des Verbandes *Elatini-Eleocharition ovatae*, wie *Limosella aquatica*, *Coleanthus subtilis*, *Elatine triandra* und *E.hexandra*.

Auf längerfristig überfluteten nährstoff- und humusarmen Sandböden von Sandgruben, Teichufern, Fahrwegen und Ackerflächen kommt es nach deren Wasserrückgang bzw. längerfristiger Durchfeuchtung durch Arten des Verbandes *Radiolion linoidis* zur Entfaltung individuenreicher Bestände. Es sind die Arten *Radiola linoides*, *Isolepis setacea*, *Juncus capitatus* und *Cicendia filiformis*. Für große Bereiche von Sandgruben sind Massenbestände eines Zwerggrases von *Radiola linoides* charakteristisch.

Schließlich bilden auf kurzfristig, oberflächlich durchfeuchteten humusarmen Sandstandorten *Juncus bufonius* und *Gnaphalium uliginosum* als Ordnungs- bzw. Klassenkennarten artenarme Dominanzbestände als fragmentarische Ausbildungen der *Cyperetalia fusci* bzw. der *Isoëto-Nanojuncetea*.

Es konnte gezeigt werden, daß die untersuchten Arten große Übereinstimmung in ihrem Keimverhalten und in ihrer syntaxonomischen Zugehörigkeit aufweisen. Eine der wesentlichsten Ursachen für ein optimales Auskeimen der Arten sind die ausgeprägten Schock- bzw. Wechseltemperaturen im Tagesgang des Temperaturablaufes am Standort in Abhängigkeit vom Feuchtigkeitsgehalt der jeweiligen Bodensubstrate.

Die floristisch-soziologische Struktur und die ökologischen Besonderheiten der Standortverhältnisse der Initialstadien, Vegetationsmosaiken, der Subassoziationen und der Assoziationen beider Verbände lassen sich durch das jeweilige Keimverhalten der Arten erklären.

Von MÜLLER-STOLL und PIETSCH (1985) wurde erstmalig eine Unterscheidung der Subassoziationen und Varianten des *Eleocharito-Caricetum cyperoidis* gegenüber dem Feuchtigkeitsgehalt der Teichböden vorgenommen. Die darin ausgewiesenen Artengruppen der syntaxonomischen Einheiten zeigen auch ein ähnliches Keimverhalten und entsprechen den von uns aufgestellten Gruppen. Unsere Untersuchungen bestätigen die Ergebnisse von SALISBURY (1967 a,b) über das Keimverhalten von *Elatine hexandra* und *Limosella aquatica*. SALISBURY beschreibt auf der Grundlage eigener Versuche bereits ein optimales Keimen von *Limosella aquatica* innerhalb von 3 bis 5 Tagen.

Die von LAMPE (1996) in jüngerer Zeit durchgeführten Untersuchungen über Wuchsform, Wuchsrhythmus und die Verbreitung von Arten der Zwergbinsengesellschaften bestätigen unsere Ergebnisse.

Das spezifische Keimverhalten der Arten der *Limosella aquatica*-, *Juncus bufonius*- und *Cyperus fuscus*-Gruppe läßt sich als Grundlage zur Bewertung und Erklärung der pflanzengeographischen Verbreitung der Zwergbinsen-Vegetation verwenden.

Erste Ergebnisse über umfangreiche, langjährige Untersuchungen zur Vegetationsdynamik verschiedener *Radiolion*-Arten, insbesondere *Cicendia filiformis*, in Abhängigkeit vom Feuchtigkeitsgehalt werden von MÜLLER (1996) und MÜLLER & GEBHARDT (1998) mitgeteilt. Sie bestätigen das Keimverhalten der von uns aufgestellten *Radiola linoides*-Gruppe.

POSCHLOD (1993) weist in jüngerer Zeit auf die Bedeutung keimfähiger Diasporen zum Schutz seltener Pflanzenarten am Beispiel der Teichbodenflora hin. In diesem Zusammenhang wird zukünftig auch die Kenntnis über das Keimverhalten der Teichbodenarten an Bedeutung erlangen. Die Frage des Sauerstoffgehalts, des Redox-Potentials in dem Teichboden sollte mit dem Feuchtigkeitsgehalt und den Temperaturverhältnissen genauer untersucht werden. Es sollte somit geklärt werden, durch welche Faktoren das Auskeimen in die Teichböden eingebrachter Diasporen ausgelöst wird. Welche Rolle spielt dabei die Absorption in der Samenschale vorhandener keimungshemmender Substanzen in Abhängigkeit von dem vorhandenen Keimsubstrat ?

Schrifttum

- LAMPE, M. v. (1996): Wuchsform, Wuchsrhythmus und Verbreitung der Arten der Zwergbinsengesellschaften. – Diss. Bot., 266, 1-357, Berlin/Stuttgart.
- MÜLLER, J. (1996): Experimentelle Sukzessionsforschung zum Schutz seltener Zwergbinsengesellschaften in Norddeutschland. – Abhandl. Naturwiss. Ver. Bremen, 43, 289-308.
- MÜLLER, J. & GEBHARDT, R. (1998): Die Vegetation der Holmer Teiche (Lüneburger Heide), Entwicklung und Vielfalt in der extensiv genutzten Kulturlandschaft. – Jb. Naturw. Verein Fehm. Lbg., 41, 75-101.
- MÜLLER-STOLL, W.R. & PIETSCH, W. (1985): Ökologische Untersuchungen über die Gesellschaft des Eleocharito-Caricetum bohemicum auf wasserfrei gewordenen Teichböden in Zentraleuropa. – Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich, 123, 51-70.
- PIETSCH, W. (1963): Vegetationskundliche Studien über die Zwergbinsen- und Strandlingsgesellschaften in der Nieder- und Oberlausitz. – Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz, 38/2, 1-80, Görlitz.
- PIETSCH, W. (1968): Die Verlandungsvegetation des Sorgenreiches bei Ruhland in der Oberlausitzer Niederung und ihre pflanzengeographische Bedeutung. – Ber. Arbeitsgem. sächs. Botaniker, N.F., 8, 55-91, Dresden.
- PIETSCH, W. (1973a): Beitrag zur Gliederung der Europäischen Zwergbinsengesellschaften (Isoëto-Nanojuncetea Br.-Bl. & Tx. 1943). – Vegetatio, Vol. 28/5-6, 401-438, Dresden.
- PIETSCH, W. (1973b): Zur Soziologie und Ökologie der Zwergbinsengesellschaften Ungarns (Klasse Isoëto-Nanojuncetea Br.-Bl. & Tx. 1943). – Acta bot. hung., 19, Sod-Festschrift.
- PIETSCH, W. (1996): Bemerkungen zur Entwicklung der Zwergbinsengesellschaften (Cyperetalia fusci Pietsch 1963) in der Lausitzer Niederung. – Abh. Naturw. Verein Bremen.
- PIETSCH, W. & MÜLLER-STOLL, W.R. (1968): Die Zwergbinsengesellschaft der nackten Teichböden im östlichen Mitteleuropa, Eleocharito-Caricetum bohemicum. – Mitt. flor.-soziol. Arbeitsgem. N.F. 1/3, 14-47, Todemann/Rinteln.
- POSCHLOD, P. (1993): "Underground floristics" – keimfähige Diasporen im Boden als Beitrag zum floristischen Inventar einer Landschaft am Beispiel der Teichbodenflora. – In: Natur und Landschaft, 68, 155-159.
- SALISBURY, E.J. (1967a): On the reproduction and biology of *Elatine hexandra* (Lapierre) Dc., a typical species of exposed mud. – Kew Bull., 21/1, 139-149.
- SALISBURY, E.J. (1967b): The reproduction and germinating of *Limosella aquatica*. – Ann. Bot., 31, 147-162.

(Am 25. Juni 1999 bei der Schriftleitung eingegangen.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e.V. Freiburg i. Br.](#)

Jahr/Year: 1998-2001

Band/Volume: [NF_17](#)

Autor(en)/Author(s): Pietsch Werner

Artikel/Article: [Zum Keimverhalten ausgewählter Arten mitteleuropäischer Zwergbinsengesellschaften \(1999\) 261-274](#)